

次世代社会インフラ用ロボット現場検証委員会 橋梁維持管理部会
蒲原高架橋現場検証会

平成 27 年 11 月 2 日(月) 10:00～15:00

スケジュール(変更後)

- 10:00 開会
橋梁維持管理部会 部会長挨拶
藤野 陽三 横浜国立大学上席特別教授
現場検証概要説明および部会委員紹介
新田 恭士 国土交通省総合政策局公共事業企画調整課企画専門官
- 10:15～14:00 現場検証
5 社 (実施順、時間は下表参照)。
- 14:00 閉会

No.	技術名称	技術項目	応募者	実施時間
1	非 GPS 環境対応型マルチコプターを用いた近接目視点検支援技術	[1], [2], [3], [6], [8]	三信建材工業(株)	10:15～10:40
2	構造物点検ロボットシステム「SPIDER & Giraffe」	[2], [3], [6], [8]	ルーチェサーチ(株)	10:50～11:15
3	複眼式撮像装置を搭載した橋梁近接目視代替ロボットシステム	[1]	富士フイルム(株)	11:25～11:50
休憩 11:50～13:00				
4	損傷検知装置	[5]	古河機械金属(株)	13:00～13:25
5	移動ロボットによる画像情報を用いた構造物の損傷箇所記録技術	[3]	佐藤鉄工(株)	13:35～14:00

[技術項目]解説

- [1] 鋼橋において、近接目視点検の支援ができる技術・システム
[2] コンクリート橋において、近接目視点検の支援ができる技術・システム
[3] 鋼橋・コンクリート橋の床版において、近接目視点検の支援ができる技術・システム
[5] 鋼橋・コンクリート橋の床版において、打音検査の支援ができる技術・システム
[6] コンクリート製橋脚・橋台において、近接目視点検の支援ができる技術・システム
[8] 支承部および桁端周辺の狭隘部において、近接目視の支援ができる技術・システム

H27年度 現場検証(委員立会・報道機関向け公開) 実施予定

No.	日	時間	場所	住所	分野
①	10月28日(水)	9:30~14:30	妙見堰 (信濃川)	新潟県長岡市	水中維持管理(河川)
②	11月2日(月)	10:00~14:55	蒲原高架橋 (国道1号)	静岡県静岡市清水区	橋梁維持管理
③	11月6日(金)	9:50~17:30	国総研・実物大トンネル	茨城県つくば市	災害調査(トンネル)
④	11月17日(火)	9:00~16:10	幸久橋 (国道349号)	茨城県 那珂市額田北郷~ 常陸太田市上河合町	橋梁維持管理
⑤	11月20日(金)	9:00~14:30	雲仙普賢岳	長崎県南島原市	災害応急復旧 (応急復旧・情報)
⑥	11月24日(火)	10:10~15:40	天ヶ瀬ダム	京都府宇治市	水中維持管理(ダム)
⑦	11月27日(金)	9:00~12:30	雲仙普賢岳	長崎県南島原市	災害調査 (土砂・火山災害)
⑧	12月9日(水)	10:00~16:30	施工総研・模擬トンネル	静岡県富士市	トンネル維持管理
⑨	12月18日(金)	9:00~15:30	赤谷地区	奈良県五條市	災害調査(土砂災害)
⑩	10月下旬~12月	適宜	宮ヶ瀬ダムトンネル	神奈川県相模原市	トンネル維持管理
⑪	12月上旬	適宜	弥栄ダム	広島県大竹市~ 山口県岩国市	水中維持管理(ダム)
⑫	12月中旬	適宜	栗平地区	奈良県吉野郡	災害応急復旧 (排水作業)

※ ⑩⑪⑫については、事務局にて現場検証を行い、委員の立会(報道機関向けの公開)は行いません。 は今回実施箇所。 は他の橋梁維持管理分野検証箇所

次世代社会インフラ用ロボット開発・導入

H27年度 現場検証 実施箇所



次世代社会インフラ用ロボット開発・導入の推進 【橋梁維持管理技術（蒲原高架橋）】 現場検証の開催について（連絡）

次世代社会インフラ用ロボット開発・導入の推進【橋梁維持管理技術（蒲原高架橋）】について、下記のとおり現場検証を実施いたします。現場検証の見学を希望される方は、下記3.の申し込み方法に従ってお申し込みください。

記

1. 実施場所・日時

場所	実施日時		実施内容※
国道1号BP 蒲原高架橋P86～P87径間 (静岡県静岡市)	10月27日(火)	9:00～15:00	応募技術によるロボット点検作業
	10月28日(水)		
	11月2日(月)	10:00～15:00	現場検証状況委員確認 及び 報道向け公開

※実施内容

応募技術によるロボット点検作業:

(見学は可能ですが、特に説明などはおこないません。)

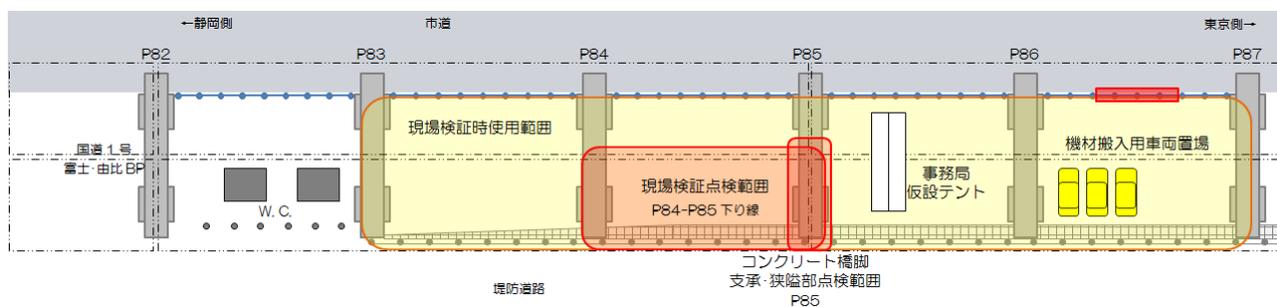
応募技術について、各者持ち時間2時間程で実際に点検をおこない、点検調書作成ならびに効率等評価のためのデータ採取をおこないます。

現場検証状況委員確認:

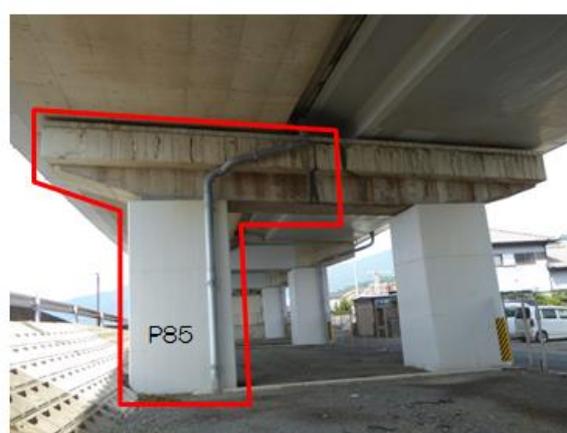
(公開。委員向けに説明をおこないます)

検証委員会立会のもと、応募技術による点検作業の実演をおこない、各技術の機構や特性などの確認、評価をおこないます。
(評価は後日の部会にてとりまとめます)

現場検証実施場所



現場検証点検範囲（コンクリート桁・床版）



現場検証点検範囲（橋脚・支承,狭隘部）

2. 実施スケジュール（現場検証状況委員確認 及び 報道向け公開日）

11月2日(月)

現場検証実施内容説明 9:55～10:00

現場検証 10:00～14:55 （詳細は下表参照）

対象技術項目				検証対象技術数
[1] 鋼橋において、近接目視点検の支援ができる技術・システム				2件
[2] コンクリート橋において、近接目視点検の支援ができる技術・システム				4件
[3] 鋼橋・コンクリート橋の床版において、近接目視点検の支援ができる技術・システム				4件
[5] 鋼橋・コンクリート橋の床版において、打音検査の支援ができる技術・システム				2件
[6] コンクリート製橋脚・橋台において、近接目視点検の支援ができる技術・システム				3件
[8] 支承部および桁端周辺の狭隘部において、近接目視の支援ができる技術・システム				2件
No.	技術名称	技術項目	応募者	実施時間
1	非 GPS 環境対応型マルチコプターを用いた近接目視点検支援技術	[1], [2], [3], [6], [8]	三信建材工業(株)	10:00～10:25
2	構造物点検ロボットシステム「SPIDER & Giraffe」	[2], [3], [6], [8]	ルーチェサーチ(株)	10:30～10:55
3	飛行ロボットを用いた橋梁点検システム	[2], [3], [6]	(株)富士建	11:00～11:25
4	マルチコプターを利用した橋梁点検の支援技術	[2]	(株)リード・2001	11:30～11:55
5	損傷検知装置	[5]	古河機械金属(株)	13:00～13:25
6	移動ロボットによる画像情報を用いた構造物の損傷箇所記録技術	[3]	佐藤鉄工(株)	13:30～13:55
7	吸着自走型コンクリート点検ロボット	[5]	(株)オンガエンジニアリング	14:00～14:25
8	複眼式撮像装置を搭載した橋梁近接目視代替ロボットシステム	[1]	富士フィルム(株)	14:30～14:55

各技術の詳細は、資料-3 を参照願います。

3. 申し込み方法

現場検証の見学を申し込まれる方は、下記事項を別紙 3 にご記入の上事務局までファックス送信、または専用ホームページ（<http://www.c-robotech.info/>）で登録してください。申し込み期限は、平成 27 年 10 月 29 日正午とさせていただきます。

(ア) 見学予定者氏名・所属 (イ) 見学者代表連絡先 (ウ) 交通手段

4. その他

- ・ 現場検証の見学は、事前の登録者のみと致しますので、見学希望の方は必ず別紙 2 にご記入の上、上記方法にてお申し込みください。
- ・ 現場検証を見学される方は、ご自身で交通手段の確保をお願いいたします。
（当協会では手配いたしません。）
- ・ 駐車スペースが限られるため、極力 JR でのご来場にご協力をお願いします。自動車等での来場をご希望の場合でも、できる限り 1 グループ 1 台でお願いいたします。なお自動車にて来場の場合は、ナンバープレート情報と代表者の携帯電話番号も別紙 2 にてご連絡願います。駐車場は蒲原高架橋現場検証位置西方の所定場所とします。（別紙 1 参照）
- ・ 現場検証の見学は見学者エリアを設置しますので、そちらで見学をお願いします。
- ・ 当日は必ず現場検証担当者の指示に従ってください。

天候不良等による中止の場合のお知らせ

天候不良等で現場検証を中止する場合には、検証日前日の 15:00 までにロボット検証専用サイト（<http://www.c-robotech.info/>）にてお知らせします。

5. 問合せ先

本件についてのお問い合わせは、下記担当者までお願いいたします。

本件についてのお問合せは、下記担当者までご連絡ください。

担当：一般社団法人 橋梁調査会 企画部 吉田・藤原

TEL：03-5940-7788

<http://www.c-robotech.info/>

※当日の連絡先

TEL：090-2937-0470（藤原）

現地案内図

現場検証会場位置図



《 現地案内 》

- 鉄道利用の場合：JR 東海道本線「蒲原駅」より徒歩約 10 分
- 車利用の場合：国道 1 号富士由比バイパス高浜 IC(東京側)、蒲原西 IC(名古屋側)を出てバイパス側道を入れて特設駐車場にお廻り下さい。

平成27年度 次世代社会インフラ用ロボット（橋梁維持管理）

No.	技術名称	応募者	共同開発者	移動機構	新規・継続
(実用検証技術)					
1	非GPS環境対応型マルチコプターを用いた近接目視点検支援技術	三信建材工業株式会社	(国)千葉大学,(株)自律制御システム研究所,アイエムソフト(有)	飛行系	継
2	構造物点検ロボットシステム「SPIDER & Giraffe」	ルーチェサーチ株式会社	広島工業大学,(株)建設技術研究所	飛行系	継
3	飛行ロボットを用いた橋梁点検システム	株式会社富士建	—	飛行系	継
4	マルチコプターを使用した橋梁点検の支援技術	株式会社 リード・2001	(株)空撮技研	飛行系	新
5	損傷検知装置	古河機械金属株式会社	(国研)産業技術総合研究所	車両系	継
6	移動ロボットによる画像情報を用いた構造物の損傷箇所記録技術	佐藤鉄工株式会社	(国法)富山大学	その他 クローラ台車	新
7	吸着自走型コンクリート点検ロボット	株式会社オンガエンジニアリング	九州工業大学,株式会社ケミカル工事	その他 吸着台車	新

平成27年度 次世代社会インフラ用ロボット（橋梁維持管理）

No.	技術名称	応募者	共同開発者	移動機構	新規・継続
(実用検証技術)					
8	複眼式撮像装置を搭載した橋梁近接目視代替ロボットシステム	富士フィルム株式会社	(株)イクスリサーチ,(一財)首都高速道路技術センター	懸架系	継
9	マルチコプタを利用した橋梁点検システム(マルコTM)	川田テクノロジーズ株式会社	(株)エンルート,大日本コンサルタント(株),インフラ技術研究所,(独)産業技術総合研究所	飛行系	継
10	画像処理技術を用いた半自律飛行ロボットによる橋梁点検支援技術	総合警備保障株式会社	(株)横河ブリッジホールディングス	飛行系	継
11	橋梁の近接目視を代替する飛行ロボットシステム	国立大学法人東北大学	(株)千代田コンサルタント,(一財)航空宇宙技術振興財団,(株)リコー	飛行系	継
12	マルチコプターによる近接撮影と異状箇所の2次元計測	夢想科学株式会社	(株)ニチギ,(株)plus-b	飛行系	新
13	橋梁点検用飛行ロボットシステム	日本電気株式会社	自律制御システム研究所,(国研)産業技術総合研究所,(一財)首都高速道路技術センター	飛行系	新

平成27年度 次世代社会インフラ用ロボット（橋梁維持管理）

No.	技術名称	応募者	共同開発者	移動機構	新規・継続
(実用検証技術)					
14	ポール打音検査機	日本電気株式会社	自律制御システム研究所(国研)産業技術総合研究所(一財)首都高速道路技術センター	ポール系	新
15	近接目視・打音検査等を用いた飛行ロボットによる点検システム	新日本非破壊検査株式会社	名古屋大学大学院九州工業大学福岡県工業技術センター	飛行系	新
16	橋梁点検ロボットシステム『橋竜』による点検	株式会社帝国設計事務所	(株)カナモト	車両系	継
17	「橋梁点検カメラシステム視る・診る」による近接目視、打音調査等援助・補完技術	ジビル調査設計株式会社	(有)インテス福井大学	車両系	継
18	橋梁自動点検ロボットシステム	株式会社ミライト	—	懸架系	継
19	ワイヤ移動式汎用橋梁点検ロボット「ARANEUS」による目視点検支援システム	八戸工業大学	(株)TTES岡山大学大学院京都産業大学信州大学名古屋工業大学大学院神奈川大学電気通信大学大学院(株)大和エンジニアリング長大(株)	懸架系	新

平成27年度 次世代社会インフラ用ロボット（橋梁維持管理）

No.	技術名称	応募者	共同開発者	移動機構	新規・継続
(実用検証技術)					
20	橋梁下面の近接目視支援用簡易装置「診れるんです」	東北工業大学	O・T・テクノロジー(株)	懸架系	新
21	橋梁等構造物の点検ロボットカメラ	三井住友建設株式会社	(株)日立産業制御ソリューションズ	ポール系	継
22	音カメラ搭載橋梁点検用ロボットを活用した床版の浮き・剥離の検出	株式会社熊谷組	(株)移動ロボット研究所(株)応用技術試験所東京エレクトロデバイス(株)(国法)名古屋大学	その他吸着台車	新
23	赤外線調査トータルサポートシステム J システム	西日本高速道路エンジニアリング四国株式会社	—	その他赤外線	継
(要素検証技術)					
24	インフラ診断ロボットシステム(ALP)の研究開発	株式会社開発設計コンサルタント	学校法人法政大学国立大学法人岡山大学岡山大学大学院ステラ技研株式会社	その他吸着台車	新

非GPS環境対応型マルチコプターを用いた近接目視点検支援技術

～ 床版・桁の目視点検の現場検証 ～

【概要】

SLAM技術によりGPSを用いずに自律制御飛行可能なUAVを用い、搭載カメラにて撮影する近接目視点検支援技術。機体に搭載したレーザーレンジファインダーにより構造物と一定距離を保つことが可能であり、操作ミス等により機体が構造物に衝突しない安全性の向上と、常に一定した画角の画像を取得できる。

撮影画像は解析ソフトウェアを用いて写真上で異常箇所をトレースすることにより規模を測定し、図面と合成することで異常箇所の位置特定を行う。

【特徴】

- GPSを用いない自律制御機能を有し、橋梁下などGPSが届かない環境でもホバリングや衝突回避を自動で行うことが可能。
- 操縦者は進行方向の指示のみ与え、完全マニュアル操縦のような卓越した操縦技術を要しない。
- 撮影画像と図面を合成することによりPC上で目視点検を行うことが可能。図面と合成した写真上で異常部をなぞることにより該当箇所が図面に反映され、作図と数量計算を同時に行える。
- ひび割れ延長・幅(0.1mm～)、欠損部などの面積計算が可能。

【前回からの改良点】

- ✓ 床版裏点検用、桁側面点検用それぞれ専用機を用意。
- ✓ 耐風性の向上のため、アーム長さ延長、プロペラの径を拡大した。

問い合わせ先： 三信建材工業株式会社 開発室 石田晃啓

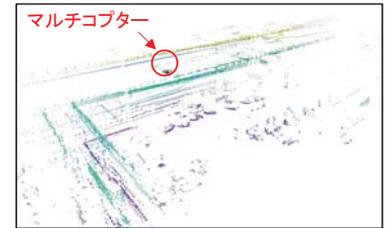
応募者： 三信建材工業株式会社

共同開発者： (株)自律制御システム研究所、アイエムソフト(有)

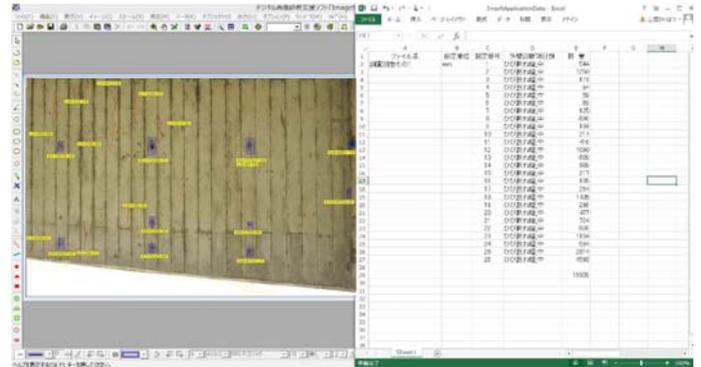
【写真・イメージ】



マルチコプター (SLAM自律制御)



レーザーで読み取った周辺環境



調査図面と、自動計算された数量表(抜粋)

Tel: 0532-34-6066

Mail: ishida.t@sanshin-g.co.jp

小型無人ヘリまたはポール搭載カメラによる構造物点検および点検調書作成支援システム

～ 近接目視の「支援」技術の現場検証 ～

【概要】

全国約70万橋の橋梁について、5年に1回の近接目視点検が義務付けられたなか、より一層の点検作業の効率化が求められている。

そこで、本技術はUAV(無人航空機)をはじめとするロボット技術に着目し、従来点検における近接目視の「支援」を目的とした開発を行っている。

【特徴】

- UAVは、橋梁上部や側面の撮影だけでなく、桁下面など全方向の撮影が対応可能である。
- 遠隔操作での調査なので、足場や交通規制の必要がなく点検コストの削減が期待できる。
- ポール型ロボットは、UAVでは撮影困難な狭隙部等の撮影・確認が可能であり、補完することができる。
- 点検ロボットによるスクリーニング作業を行うことで橋梁点検作業の効率化、省力化が図れる。

【前回からの改良点】

- ✓ 画像処理に係る期間を短縮し、コストメリットを向上させた。
- ✓ ひびわれ幅や損傷箇所の寸法を画像により判読させることが可能となり、定量的な情報を提供できる。

問い合わせ先： ルーチェサーチ株式会社 渡辺 豊

応募者： ルーチェサーチ株式会社

共同開発者： 広島工業大学・株式会社建設技術研究所

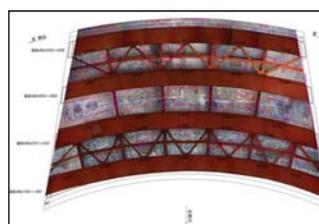
【写真・イメージ】



UAV無人航空機



ポール型ロボット



【橋梁点検・現地調査支援】



【交通渋滞調査】

UAV無人航空機の活用事例

Tel: 082-209-0230

Mail: yutaka@luce-s.jp

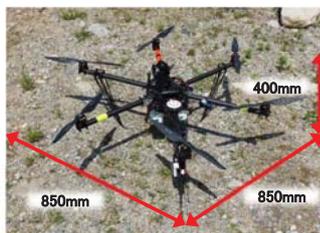
小型無人ヘリまたはポール搭載カメラによる構造物点検および点検調書作成支援システム

- 2

ヘリコプター型の点検ロボットにデジタルカメラを搭載し、橋梁等構造物の損傷状況を撮影することで、足場や、橋梁点検車を使用することなく、安全かつ簡単に構造物全体の健全度を把握することができる。全体の健全度を把握することで、従来点検範囲を限定することができ、点検作業の効率化が図れる。

全ての方向に対応した撮影が可能であり、撮影されたデジタル画像は画像処理技術により、1枚の画像に加工し、損傷図などの作成支援ができる。

【仕様】



項目	仕様
機体重量	3,800g
外形寸法	850 × 850 × 400mm
耐風	15m/s以下
飛行時間	10分～20分(リチウムポリマー電池)
搭載荷重	4,000g
カメラ解像度	1200万画素以上
到達高度	300m



【操作状況】



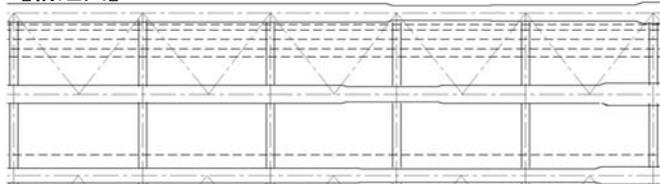
【撮影状況】

小型無人ヘリまたはポール搭載カメラによる構造物点検および点検調書作成支援システム

- 3

ヘリコプター型構造物点検ロボットシステムで撮影したデータは独自画像処理技術にて、画質調整・歪み補正(幾何補正)した後、合成処理を行い一枚の画像にすることができる。それらの画像を図面や損傷図と重ね合わせることで損傷状況をわかりやすく把握することができる。

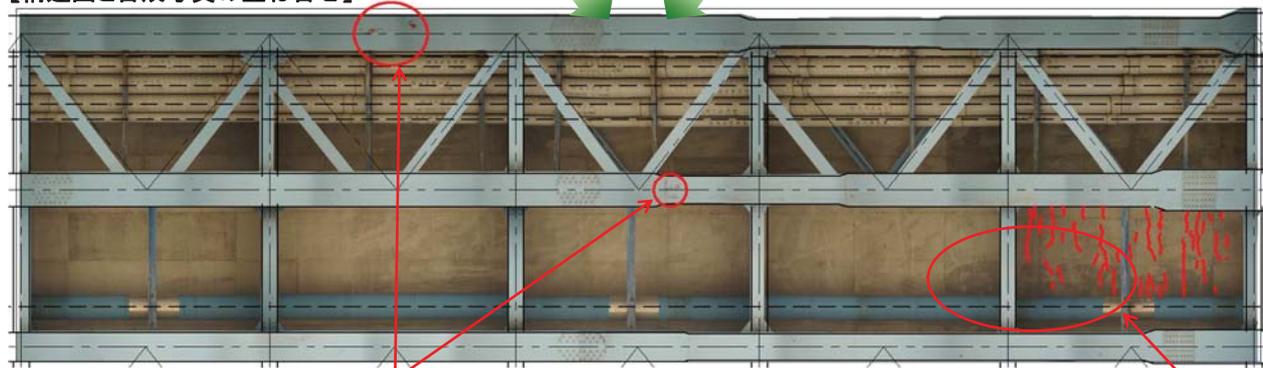
【構造図】



【合成写真】



【構造図と合成写真の重ね合せ】



防食機能の劣化を確認

ひびわれを確認

小型無人ヘリまたはポール搭載カメラによる構造物点検および点検調書作成支援システム

— 4

ポール型の点検ロボットでは、伸縮可能なポールの先端に自動姿勢制御機能付きカメラを搭載したものがある。これまで、地上から目視確認することが困難であった箇所を梯子や高所作業車を使用することなく確認することができる。また、狭隘部など、SPIDERが進入困難な箇所(桁の端部)については、本ロボットによる補完を行うことで、橋梁全体を網羅的に調査することが可能である。

カメラは手元のコントローラおよびWiFi接続のタブレットで遠隔操作が行え、リアルタイムでカメラからの画像を見ながらシャッターを切ることができる。また、自動姿勢制御機能によりポールが揺れてもカメラは自動的に姿勢を保つので、容易に見たい箇所を撮影する事ができる。



【撮影状況】



【撮影画像】



1.5m~10mまで伸縮可能

【仕様】

項目	仕様
最大長	約10m
最小長	約1.5m
重量	約1.5kg
カメラ解像度	1200万画素以上
連続使用可能時間	60分*

飛行ロボットを用いた橋梁点検システム

～ コンクリート橋の現場検証 ～

応募者：株式会社 富士建

【概要】

飛行ロボット(電動マルチコプター)に高解像度デジタルカメラ(2400万画素)を搭載し、構造物近くを飛行しながら画像の撮影を行い、それを基にひび割れの検出解析を行う。無線操縦により飛行体は200mまでの遠方で構造物正面からの写真撮影が可能である。写真をあおり補正を行いながら、つなぎ合わせ構造物全体の写真とし、ひび割れ自動抽出ソフトを使用することによりクラックの幅、長さ、位置を効率よく抽出することができる。画像により変状を把握することが可能である。

【写真・イメージ】



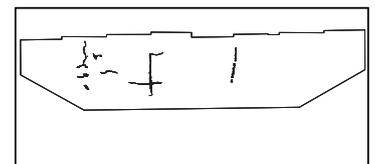
飛行ロボット全景



作業状況全景

【特徴】

- コンクリート橋の桁・床版・橋脚橋台において近接目視の支援が可能
- 高精細静止画を解析することにより「ひび割れ、剥離、鉄筋露出、漏水・有利石灰、損傷部の長さ、位置」を評価することが可能。
- 無線または有線操縦により空路にて調査箇所へ近づくことが可能。



点検結果成果物

【前回からの改良点】

安全対策としてプロペラガードの設置

マルチコプターを使用した橋梁点検の支援技術

～ マルチコプターを使用した橋梁点検の現場検証 ～

応募者：株式会社 リード・2001
共同開発者：空撮技研株式会社

[概要]

本技術はマルチコプターを遠隔で操作し、高解像度のモニタリング(今回の検証ではHD出力NG)・画像データを取得する事で近接目視支援の実現を目指して開発中

調書作成簡略化の為、損傷箇所(ひび割れ等)の自動検出システム導入を検討中。

[特徴]

- 橋梁に近づくのが難しい場所でも、遠隔操作により橋梁点検における近接目視の支援が可能
- 高解像度映像のモニタリングと、高解像度映像・画像データ(今回の検証ではHD出力はNG)を取得する事で損傷部分の確認が可能
- 取得した画像に位置情報を記録させることで、データ整理が簡単になり調書作成の時間短縮が可能
- 照明を機体に搭載する事で、多少暗い場所でも高解像度のデータを取得する事が可能

[写真・イメージ]



※パナソニック LX100
コンパクトデジカメ 4K撮影可能

※イメージの機体になります。
実際はカメラも上部取り付けになります

問い合わせ先:株式会社リード・2001

Tel:03-3716-5855

Mail: m.nishihara@lead2001.co.jp

損傷検知装置

～健全部の打音を基準として損傷部を検知する打音検査装置～

応募者：古河機械金属株式会社
共同開発者：産業技術総合研究所

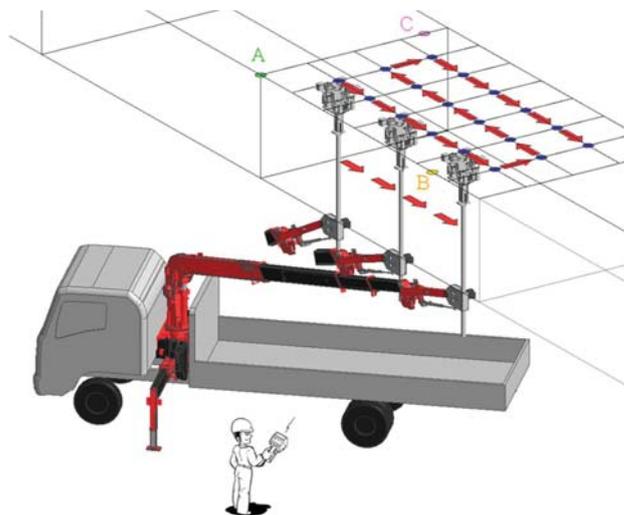
[概要]

本技術は、車載型クレーン「UNIC」と打音検査装置で構成される。打音検査装置は、被験部への打撃力を計測し適正な入力を監視、集音は環境ノイズを抑えるカバー構造により高S/N比で打音を採り込む。打音分析法のAR-HMMは、打音による非正常な駆動の影響を除去し、コンクリート内部の状況を反映した音響的特徴を比較的安定に抽出できる。点検作業においては、自動点検モードにより素人でも簡単に点検操作でき、その場で損傷判定できる。

[特徴]

- 橋梁の3点(図の例:A,B,C)をティーチングすることで、現場の橋梁に沿った方向(直交座標系)に移動操作できる。
- **自動点検モード**により一定間隔に自動送りおよび自動打音点検ができ、等密度の打音検査ができる。(※)
- 損傷箇所については**床版上にマーキング**できる。また装置先端部を交換すれば**叩き落とし**もできる。(※)
- マークを含む撮像画像から、その場で損傷図作成支援するデータを作成できる。
- 点検作業から点検結果記録まで**ワンマンオペレーション**で実施できる。(※)

※印の特徴は、昨年度の現場検証からの改良点



問い合わせ先:古河機械金属株式会社 つくば総合開発センター

Tel: 029-839-5105

Mail: f-yuasa@furukawakk.co.jp

画像情報と位置計測をリンクしたコンクリート構造物のひび割れ調査作成技術

～ 橋梁維持管理の現場検証 ～

応募者：佐藤鉄工株式会社
共同開発者：富山大学

【概要】

本システムは構造物の損傷箇所の点検において、近接目視による点検作業を代替するものである。

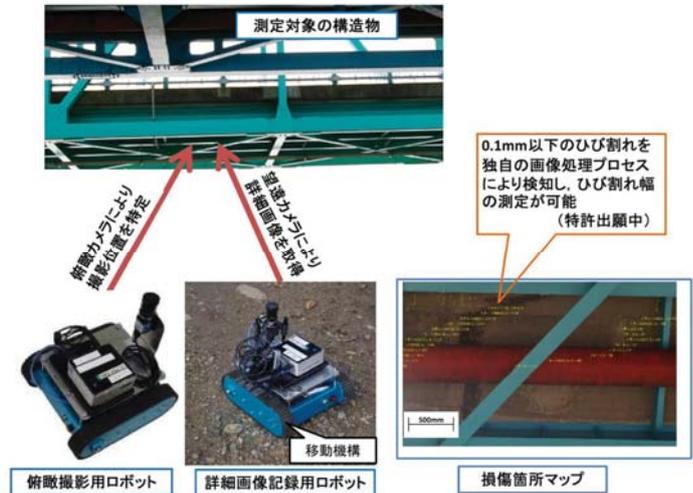
カメラを搭載した2台のロボットにより構造物の損傷箇所を画像で記録し、損傷箇所の位置や大きさを表す損傷箇所マップを作成できる。

作業員単独でも迅速な測定が行えることや、計測部だけでも画像収集が可能であるため、人が携帯したり、UAVに搭載できる利点を有する。

【特徴】

- カメラを搭載した2台の移動ロボットを用いて、橋梁床版を自動撮影。
- 取得した画像を解析することで、ひび割れの位置と幅を計測するシステム。
- 高さ10m程度の計測距離において、検出精度として0.1mm以下の幅のひび割れの検出、計測可能。
- 取得したひび割れの情報を実際の橋梁床版画像に重ね合わせ、ひび割れの位置と幅を確認できる損傷箇所マップを作成できる。

【写真・イメージ】



問い合わせ先：佐藤鉄工株式会社 企画室 可部谷

Tel: 076-462-9237

Mail: kabetani@satotekko.co.jp

吸引滑動型自走コンクリート点検ロボットによる打音検査を支援する技術

～ コンクリート内部変状部 診断技術の現場検証 ～

応募者：株式会社オンガエンジニアリング
共同開発者：九州工業大学、株式会社ケミカル工事

【概要】

電磁ハンマー体型磁歪センサ(製品名BlueDoctor)を搭載する吸引滑動型自走ロボットが、コンクリート橋の床版(天井面)を、吸着走行と軽い打撃(タッピング)を繰り返しながら検査診断を行う。

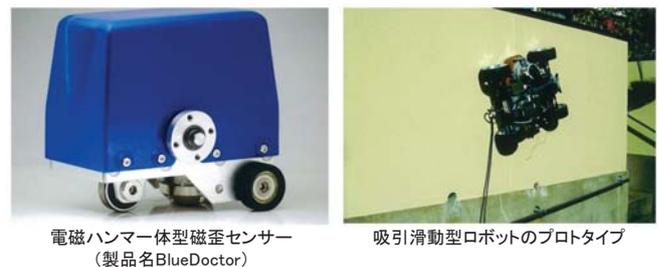
打撃の反射波と振動を解析してコンクリート内部の変状部(うき、損傷など)の検知とその深度を測定し、定量化するシステム。

近い将来には、トンネル覆工壁面(アール面)も自由自在に走行し、適用範囲を広げる予定。

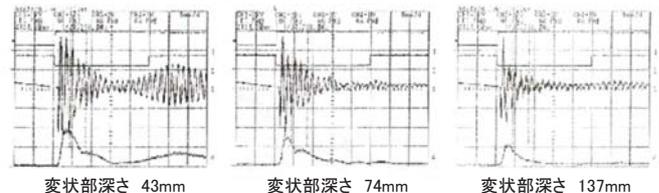
【特徴】

- センサーはコンクリート深度30cmまでの変状部が検出可能で、ソレノイド吸引加速型電磁インパクトハンマーは、打撃方向に関係なく一定の力でインパクトすることが可能。
- 変状部の深度によって階層別(深さ別)にLEDを点灯表示する。同時に、深度情報に位置情報を含めてデータベース化やマッピングが可能。(無線によるデータ収録装置への記録)
- 異常箇所へのマーキング(塗料)可能。
- 吸引滑動型のため強風下でも運用が可能で、センサーはコンクリートの内部振動・反射波を表面で直診する為、騒音などの外乱を受けない。
- 足場や高所作業車を設置できない箇所にも自走してアクセスするため、作業員の安全性を確保しながら、容易にかつ定量的な点検を実現することができる。

【写真・イメージ】



●変状部(発砲スチロール幅50mm 長さ150mm 厚20mm) 検知試験



●変状部マッピング(例)

・目盛間隔10～20cm(設定可)

・LED色

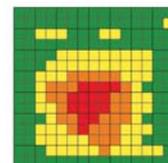
青…異常なし

黄…変状部深度～5cm

橙…同 深度5～10cm

赤…同 深度10～30cm

※各LED色の深度は任意で設定可能



問い合わせ先：株式会社オンガエンジニアリング 湊(みなと)、栗原

Tel: 0947-28-3998

Mail: minato@onga-engi.com / kurihara@onga-engi.com

複眼式撮像装置を搭載した橋梁近接目視代替ロボットシステム

～ 橋梁近接目視点検の支援ができる システムの現場検証 ～

応募者：富士フイルム株式会社
共同開発者：株式会社イクスリサーチ
一般財団法人首都高速道路技術センター

[概要]

複眼式撮像装置(ステレオカメラ)を搭載したロボットで鋼桁下フランジを移動しながら鋼桁を撮影し、撮影画像を画像処理し「橋梁点検要領等」における損傷を検出して近接目視を主体とする点検の支援、および点検調書の作成を支援するシステム。

[特徴]

- 鋼桁下フランジ懸垂型ロボットに搭載した複眼式撮像装置によって橋梁全体の桁下を移動しながら桁部の画像を撮影する。
- 撮像装置は障害物を避けて昇降し、損傷評価に必要な全ての情報を画像情報として得ることができ、近接目視の支援ができる。
- 撮影したステレオ画像を画像処理して損傷の寸法が計測でき、点検および調書作成の費用・手間を削減する。

[前回からの改良点]

- ✓ 駆動系の改良により垂直補剛材など障害物の走破が可能となった
- ✓ ステレオカメラを改良し小型化、軽量化を図った



ステレオ画像
撮影



平面推定



距離計測



問い合わせ先：富士フイルム(株)経営企画本部イノベーション戦略企画部 山下 仁

Tel: 03-6271-2585

Mail: hitoshi.yamashita@fujifilm.com

橋梁点検の新しい可能性を提示するマルチコプタを用いた点検システム:マルコ™

～ システムの実現性実証に関する現場検証 ～

応募者：川田テクノロジーズ(株) 技術研究所
共同開発者：(株)エンルート、大日本コンサルタント(株)、
産業技術総合研究所

[概要]

マルコ™はNEDOの委託(H26～H29)を受けて開発中のマルチコプタを利用した橋梁点検システムである。

橋梁下面(床版下面、桁外面、下部工外面、支承部)の近接目視点検の支援を目的としており、自律制御技術や橋梁への脱着技術、点検データ処理技術の実現を通して運用性の高いシステムを実用化することを目指している。

[特徴]

- 地方公共団体の管理する道路橋を対象。
- 2種類のシステムを準備。
 - 高精細画像取得タイプ: 床版、コンクリート橋を対象とし、短時間で高精細な画像を網羅的に取得する。
 - 橋梁脱着タイプ: 鋼橋を対象とし、鋼桁を把持することで安定して点検画像を取得する。
- 交通規制を伴わずに橋上から少人数で運用できる。
- 有線給電式により十分な点検時間を確保。
- 安全索により飛行体の落下等による危険性を低減。

[写真・イメージ]



高精細画像取得用
マルチコプタ



橋梁脱着型
マルチコプタ



得られた画像の一例

問い合わせ先：川田テクノロジーズ(株)技術研究所 金平 徳之

Tel: 028-687-2217

Mail: noriyuki.kanehira@kawada.co.jp

画像処理技術を用いた半自律飛行ロボットによる橋梁点検支援技術

～ 橋梁点検の効率化に役立つ技術の現場検証 ～

応募者： 総合警備保障株式会社
共同開発者： 株式会社横河ブリッジホールディングス

[概要]

橋梁の老朽化に伴い、飛行ロボットをはじめ橋梁点検の効率化に役立つ技術の実用化が求められている。

飛行ロボットには、足場を設置せずに橋梁に接近できるという特徴があるが、橋梁付近ではGPS電波を受信できないため、位置認識機能を使用できないという課題もある。

そこで、GPSに依存しない位置認識技術を用いた半自律飛行により、操縦者の負担を軽減できる橋梁点検用飛行ロボットの実現を目指す。



現場検証に使用する飛行ロボット

[昨年度現場検証からの改良点]

昨年度の現場検証を踏まえ、GPS電波に依存しない位置認識技術を実装し、操縦者の操縦技術に依存しない半自律飛行技術を実現する。

問い合わせ先： 総合警備保障株式会社 開発企画部 Tel: 03-3402-7606 Mail: tsuchiya-t@alsok.co.jp

橋梁の近接目視を代替する飛行ロボットシステム

～重要部位の近接目視性能の現場検証～

応募者： (国)東北大学 情報科学研究科
共同開発者：(株)千代田コンサルタント、(一財)航空宇宙技術振興財団、(株)リコー

[概要]

足場や橋梁点検車なしに、損傷が生じやすい床版・桁・対傾構・横構・支承部などに安全に接近し、近接映像を取得できる飛行ロボット(ドローン)。

特徴は、球形ガードの全周囲保護による安全性、最高風速10m/sまで飛行を維持できる耐風性、幅0.1mmのクラックを撮影できる搭載カメラなど。マニュアル操縦式。

[特徴]

- 飛行して近接目視を行うため、原則として点検用の足場の仮設や橋梁点検車が不要
- 球形ガードによりドローン本体を全周囲から保護しているため、主桁や横構、対傾構の間を通過して安全に床版や支承部に接近できる
- 実橋梁での試験により、最高風速10m/sまで飛行を維持できること、国交省橋梁定期点検要領に定められる幅0.1mmのクラックをフルHD解像度で撮影できることを確認済み
- 飛行中に撮影する映像は地上でリアルタイムにモニタリングできるため、点検漏れが発生しにくい

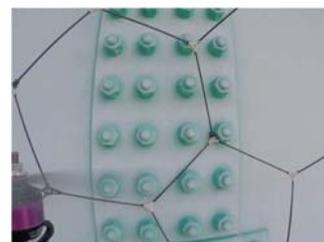
[前回からの改良点]

- ✓ 推力を150%向上したことにより耐風性が向上
- ✓ 現場の意見を反映し映像リアルタイムモニタ機能を搭載

[写真・イメージ]



(左)下横構を通りぬけ床版の接写を行うドローン。
ガードの直径は統計調査で国内橋梁への進入に最適化した95cm。
(右)構造物と接触してもガードのみが回転して衝撃を吸収するため、ドローン本体は安定して飛行を継続できる



(左)主桁の高力ボルトを約50cmの距離で接写した例
(右)支承部を約1mの距離で接写した例

問い合わせ先：(国)東北大学 情報科学研究科 田所研究室 准教授 大野/助教 岡田 Tel:022-795-7025 Mail:ohno,okada}@rm.is.tohoku.ac.jp

マルチコプターによる橋梁検査の損傷報告書サポートシステム

～ 橋梁外観検査の現場検証 ～

応募者: 夢想科学株式会社(ドローン開発)
共同開発者: 株式会社ニチギ(調査会社)・Plus-b(写真家)

【概要】

橋梁検査において、リスク・コスト・工期の削減を目的にマルチコプターによる近接外観目視検査を支援するシステムを構築します。

今回の取組みは、検査員が損傷度合いの判定を行うにあたり、マルチコプターにて採取された高精度な画像データと解析ソフトにより、報告書作成の支援を行うことを目的としています。

将来的に、すべての解析システムを統合しICT化することを目指します。

【特徴】

- 上部ジンバル専用機によって、広い視界(PAN:360° TILT:水平～仰角90度)を確保します。
- 一眼レフカメラ搭載の超近接撮影仕様で、さらに遠隔ズームで詳細な画像取得が可能です。(距離1mズーム最大で1ピクセル0.079mm)
- 高精度3Dモデリングと各損傷個所の詳細データのタグ付けにより詳細な位置情報を把握できます。※1
- 任意のポイントに座標値を入力することによりCAD化することが可能になり、検査報告書作成において図面作成の支援ができます。
- 0.1mmレベルのクラック判定を支援するソフトウェア(開発中)。※2
- 取得画像より長さや面積を割出すことが可能な寸法計測ソフト。※3
- 被写体とカメラの平行をサポートする制御システム搭載により、あおり補正等による画像解析の精度低下を抑制します。
- カメラの性能をフルに発揮できるような専用ジンバルを設計し、プロのカメラマン監修で高精度画像取得を目指します。

【写真・イメージ】



※1 3Dモデル構築



※1 3Dモデル損傷部タグ付け



※1 タグ付けされた個所の精細画像



※2 クラック判定支援ソフト



※3 寸法計測ソフト(2D・長さ/面積)

問い合わせ先: 夢想科学株式会社 泉

Tel: 097-574-5428

Mail: izumi@anaheim-laboratory.com

マルチコプターによる橋梁検査の損傷報告書サポートシステム <橋梁検査用マルチコプター> -2

上部工(橋面)撮影仕様機体



近接撮影ジンバル(上部工)



- ・平行撮影補助システム
- ・計測基準レーザーポインタ
- ・撮影距離確認用レーザーポインタ
- ・遠隔操作ズーム(16mm~50mm)

下部工(床版)撮影仕様機体



近接撮影ジンバル(下部工)



- ・計測基準レーザーポインタ
- ・撮影距離確認用レーザーポインタ
- ・遠隔操作ズーム(16mm~50mm)
- ・高輝度LEDライト

<今後の改良も検討しています>

- ・上部工/下部工撮影の共通機体
- ・静止画と同時に動画も撮影できるジンバル
- ・有線給電による高効率で安全な運用
- ・GPSに代わる機体制御方法の導入
- ・飛行準備が容易でコンパクトに出来る機体
- ・メンテナンスを容易に出来るテストベンチ製作

マルチコプターによる橋梁検査の損傷報告書サポートシステム <解析支援ソフト>

—3

①寸法計測ソフト(画像の長さと面積を計測)



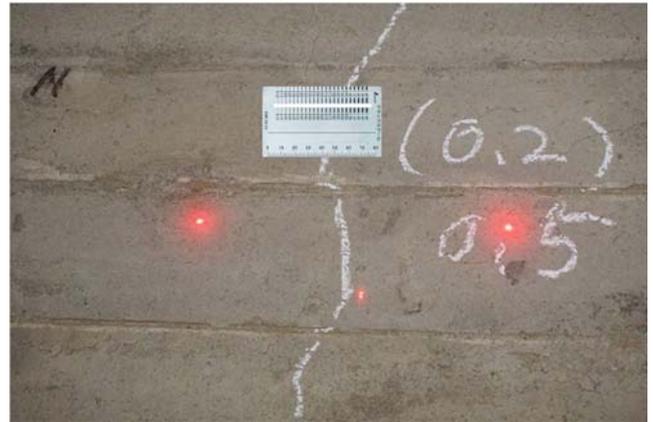
◆計測精度
(レンズと被写体が平行が条件)

距離1mズームなし(16mm)
↓
1ピクセル:0.246mm

距離1mズーム最大(50mm)
↓
1ピクセル:0.079mm

※ジンバルの平行撮影補助システムにより誤差を抑えています。
※0.2mm前後のクラック幅計測に関しては視認できますが、精度は画質に大きく依存します。

②クラック判定支援ソフト(テスト画像)



※距離1mで最大ズームでの高画質画像(6000×4000)

橋梁検査の現場で実際に使用されるクラックスケール画像を縮尺を合わせて生データの任意のポイントに貼り付け、検査員によるクラックの判定を支援するソフトウェアで、現状での検査方法に即した判定手法を取り入れ検査員の判定技術の維持・向上を目的としています。

解析データフォルダリンク先

<https://goo.gl/photos/CeFjd5Grn4KscQWi6>

※現状ではテスト運用のため、一般的なクラウド(Google+等)を利用しています。
さらなる効率化を図るため、クラウド処理による統一システムの構築を模索中です。

打音点検用飛行ロボットシステム

～飛行ロボットを活用した打音点検の現場検証～

応募者：日本電気株式会社
共同開発者：自律制御システム研究所、産業技術総合研究所、首都高速道路技術センター

[概要]

足場を必要とする点検箇所を足場なしで飛行ロボットを利用して近接目視点検支援、打音点検支援をするシステムである。ロボット操作員と点検員により運用する。

今回の現場検証では飛行ロボットをコンクリート構造物面に沿わせて近接目視点検を支援するための画像を収集する。その自律制御飛行と、高精細画像データ取得の要素技術の検証をする。さらにコンクリート構造物壁面に対して飛行ロボットに搭載した打検機を押し当て、打音した際の清音・濁音の判断が可能な音声データを点検員に伝送する要素技術の検証を実施する。

[写真・イメージ]



[特徴]

- 10m程度の高さの打音点検を、高所作業車といった足場を利用せずに飛行ロボットを利用して打音点検をする。
- 打音点検箇所を探索するため、壁面に沿って一定の距離をあけて自律的飛行制御をしつつ、高精細画像データを収集する。
- 打音点検箇所へ自律的な飛行制御で壁面へ打検機を押し当てることでロボット操作員の操作を容易にする。
- 打音した音声データを清音・濁音の判断ができる品質で点検員に伝送し聴音させる。

打音点検用飛行ロボットを使った橋梁点検



問い合わせ先： 日本電気株式会社 電波・誘導事業部 誘導・観測システム部 Tel: 042(333)1148 Mail: window@geo.fc.nec.co.jp

ポール型打音検査機

～ポール型打音機を利用した打音点検の現場検証～

応募者：日本電気株式会社
共同開発者：自律制御システム研究所、産業技術総合研究所、
首都高速道路技術センター

[概要]

手の届かない高さの打音点検箇所を足場なしでポール型打音検査機を利用して打音点検をするシステムである。

今回の現場検証では点検員が打音点検すべき箇所を判断し、その箇所にポール型打音検査機のセンサヘッド部を押し当て、打音手点検を実施する。打音した際の清音・濁音の判断が可能な音声データを点検員に伝送をし、打音点検の運用性の検証を実施する。

[写真・イメージ]



[特徴]

- 5m程度の高さの打音点検を、高所作業車といった足場を利用せずにポール型打音検査機を利用して打音点検をする。
- センサヘッド部が打音した際の音声データを清音・濁音の判断ができる品質で点検員に伝送し聴音させる。



問い合わせ先：日本電気株式会社 電波・誘導事業部 誘導・観測システム部 Tel:042(333)1148 Mail: window@geo.fc.nec.co.jp

近接目視・打音検査等を用いた飛行ロボットによる点検システム

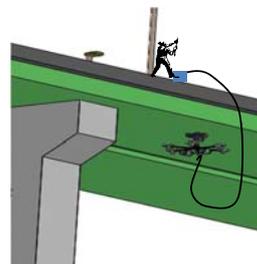
～コンクリート床版への
ロボット接触状態における点検の現場検証～

応募者：新日本非破壊検査株式会社
共同開発者：名古屋大学大学院
九州工業大学大学院
福岡県工業技術センター機械電子研究所

[概要]

橋梁やトンネルなどのインフラ構造物には、人が簡単に近づけない箇所も多く、従来の点検では特殊な車両や機材を使用するため、コスト面や作業員の安全確保など大きな課題を抱えていた。そこで、ドローン技術を活用して接近し、近接目視や打音検査などの点検を可能とする点検ロボットシステムを開発、効率的で低コストのインフラ点検システムを供給する。

[写真・イメージ]



橋梁点検イメージ



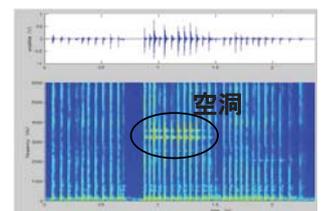
床版の点検

[特徴]

- ドローンの上部に搭載した駆動車輪をコンクリート壁面に押し付け、接触移動による点検。
- 接触点検により、安定した連続データを取得。
- 複数台のカメラによる近接目視を実施し、**コンクリートのひび割れを効率的に検出可能。**
- **回転式打音機構**により連続打音検査を高速で実施。
- データの自動解析により、点検調書作成を支援。



点検ロボット



打音周波数解析結果

問い合わせ先：新日本非破壊検査株式会社 メカトロニクス部 担当 和田 Tel: 093-581-1256 Mail: h-wada@shk-k.co.jp

橋梁点検ロボットシステム『橋竜』による点検

～ 車載型ロボットアーム、3DCG、
カメラを利用した点検 の現場検証 ～応募者：株式会社帝国設計事務所
共同開発者：株式会社カナモト

【概要】

従来型の点検員がバケットにのる橋梁点検車では構造が複雑なトラス橋やアーチ橋への適用性が低く、また点検位置や写真を点検員が現場で野帳に記録し事務所で整理する方式で行われてきたが調査作成等に多くの時間を要するなど作業の効率化が求められていた。

そこで本システムでは

- 1) ロボットアームの先端にカメラを設置し、操作室内の3DCGとモニターによる遠隔操作にてトラス橋等においても安全に橋梁上部工・下部工の近接目視点検を可能とした。
- 2) 点検画像データや位置情報はその場で電子データ化され、損傷座標位置情報は経年変化を的確かつ容易に把握することが可能である。
- 3) 本データは写真帳整理、変状展開図作成作業の効率化のための支援ソフトにより、半自動で整理可能である。

【特徴】

- 1) 本システムでは雲台に可視光レーザーを搭載しているため、市販の画像解析ソフトによりコンクリートのひび割れ幅、鋼材の亀裂幅や長さの計測も可能である。
- 2) 本システムは油圧式の鋼製アームで構成されているためアーム先端の搭載重量に余裕があり、点検用カメラを装着した雲台と非破壊検査装置等の搭載も可能である。

【写真・イメージ】



橋梁下面点検



操作室内3DCG



アーム先端カメラ



操作室内モニター画像



点検システムの前面



点検システムの背面

問い合わせ先：株式会社帝国設計事務所 技術開発部若山

Tel:011-753-4768

Mail:wakayama@kk-teikoku.jp

橋梁点検ロボットシステム『橋竜』による点検

-2

事例 その1



橋梁下面の点検作業は操作室内で実施可能

橋梁点検はオペレーター1名、点検員1名の合計2名で実施可能

上路アーチの橋梁添架物点検状況

橋梁点検ロボットシステム『橋竜』による点検

－3

事例 その1-1



高画質モニターによる
画像点検が可能

走行車両や風の影響
を受けない。

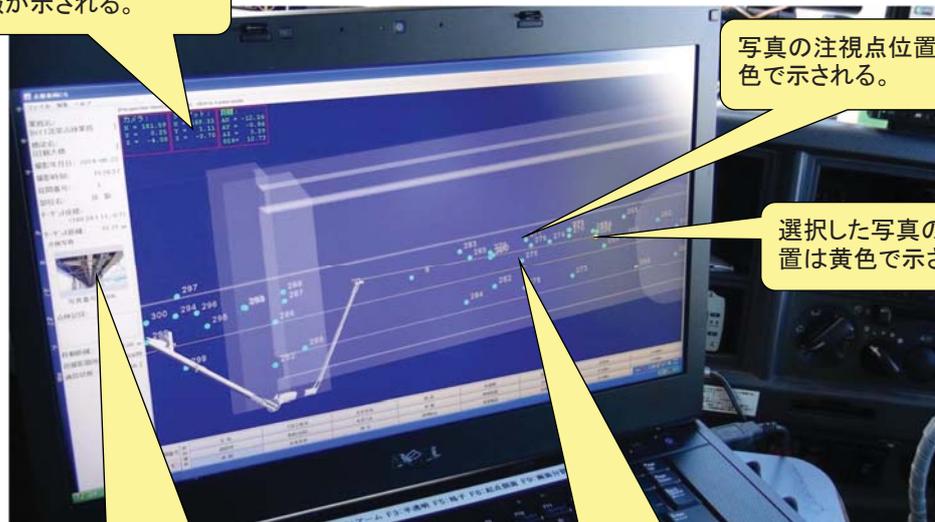
アーム先端カメラによるモニター画像

橋梁点検ロボットシステム『橋竜』による点検

－4

事例 その1-2
橋梁点検及び操作支援技術

撮影中の視点及び注視点位置の情報が示される。



写真の注視点位置は青色で示される。

選択した写真の注視点位置は黄色で示される。

選択した写真の位置情報とプレビューが表示される。

選択した写真毎に電子メモが保存できる。

「橋梁点検カメラシステム見る・診る」による近接目視、打音調査等援助・補完技術

～ 橋梁点検ロボット技術の現場検証 ～

[概要]

本技術は、橋梁点検における肉眼での近接目視点検の支援・補完技術である。本システムは、橋面上に幅0.95m長さ2.7mのコンパクトな作業車を歩道又は、路肩の一部に設置し、点検用のアームを橋梁桁下に挿入させそのアームに搭載したハイビジョンビデオカメラを用いて桁下面を近接撮影し、橋面上のモニターでライブ映像及び、画像(動画・静止画)を取得し点検を行うシステムである。

[特徴]

- ▶ 高精細なライブ画像を確認しながら正確な点検作業が可能。
- ▶ ハイビジョンビデオカメラによる点検部位の近接撮影で細かく損傷の点検が可能。(例:幅0.1mmのひび割れ)
- ▶ システム操作及び、点検作業を橋面上の操作台車より実施する事で、安全で落ち着いた環境での点検作業が可能
- ▶ 点検結果は動画・静止画で取得が可能。点検結果の再検証や点検漏れ・誤判定の防止などに効果的。
- ▶ 損傷形状の測定機能として、スケール宛がい法・レーザーポインター照射法・2D写真計測法・3D写真計測法が可能。
- ▶ 打診専用台車を用いて、打診調査が可能。また、赤外線サーモグラフィを搭載し温度検査による浮き部の抽出可能。

応募者: ジビル調査設計株式会社
共同開発者: 有限会社インテス・福井大学

[写真・イメージ]



カメラシステム仕様		
操作台車	カメラ関係	アーム関係
自走式 ゴムクローラー台車	ハイビジョン ビデオカメラ	水平アーム長 7.2m
車両幅 0.95m	記録画素数 2,000万画素	鉛直ロッド長 9.2m
車両長さ 2.70m	光学12倍ズーム	—

問い合わせ先 : ジビル調査設計株式会社 担当 南出 Tel: 0776-23-7155 Mail: minamide@zivil.co.jp

「橋梁点検カメラシステム見る・診る」による近接目視、打音調査等援助・補完技術

— 2

橋梁点検カメラシステムによる点検作業状況

システム搬入・カメラ挿入

- コンパクトな操作ユニットで、橋梁点検車が利用出来ない幅員の狭い橋梁や歩道内での点検作業が可能

近接撮影による点検方法

- 安全な橋面上から点検員(診断員)の指示のもと、オペレーターが行う遠隔操作であらゆる部位の点検を実現
- カメラの近接撮影やズームアップ機能で変状の細部の確認が可能
- 多彩な計測システム(レーザーポインター照射、クラックスケール宛がい、写真測定)で損傷形状の測定が可能

現場における点検結果整理

- リアルタイムなデータ取得(静止画・動画)により、現場にて正確性の高い点検記録が可能(橋梁作成ソフトウエアへの活用)
- 点検員(診断員)が高解像度のライブ映像を見て診断できることから、点検漏れや誤判定等のミス発生防止に効果的

橋梁点検カメラシステムによる損傷形状測定方法

レーザーポインター照射法

- 対象損傷 面状損傷の形状測定・検査
- 調査方法 直径 20cm の円形に配置したレーザーポインターを損傷箇所に照射し、損傷と対比させて形状を測定する方法。損傷位置の特定と概略的な大きさの測定に使用。
- 測定性能 面積: 幅 200mm × 長さ 200mm 程度の面状損傷形状の測定

クラックスケール宛がい法

- 対象損傷 ひび割れ幅・長さの測定
- 調査方法・特徴 専用台車を搭載して損傷箇所にクラックスケールを直接当てがう方法。ひび割れ幅の測定で一般的な行われている方法を機械化。
- 測定性能 クラックスケール 0.1mm 以上 長さ 200mm 程度まで 面積: 幅 100mm × 長さ 200mm 程度の小規模な面状損傷

2D写真測定法

- 対象損傷 面状損傷の測定、ひび割れ回り、詳細測定
- 調査方法 現地で撮影した写真を画像処理して損傷形状を測定する方法。損傷箇所にクラックスケールやレーザーポインターまたは、寸法が既知の構造物を写し、画像の正対化処理、スケール調整する。
- 測定性能 面状損傷に適用する。(ひび割れ回り等の詳細測定に利用する)
- 画像解析 損傷の範囲が大きい場合(鉄筋・桁全体に発生する剥離・鉄筋露出・貫食等)、寸法が不明している主筋間隔や、フランジ幅、桁高などを基に損傷箇所の画像処理(歪み補正・歪み補正)・スケール調整を行い、その画像から形状測定を行います。

3D写真測定法

- 対象損傷 奥行き方向を伴う損傷
- 調査方法 複数枚の写真をより三次元測定を行う方法で、奥行き方向を伴う損傷測定
- 測定性能 ほぼ縦や変形などの奥行き方向の損傷の計測に適用する。
- 画像解析 上部工、桁側面、はく部の計測事例

「橋梁点検カメラシステム見る・診る」による近接目視、打音調査等援助・補完技術

橋梁点検カメラシステム「見る・診る」使用事例



橋梁自動点検用ロボットシステム

～橋梁点検の近接目視点検の支援ができるシステム～

応募者：株式会社ミライト

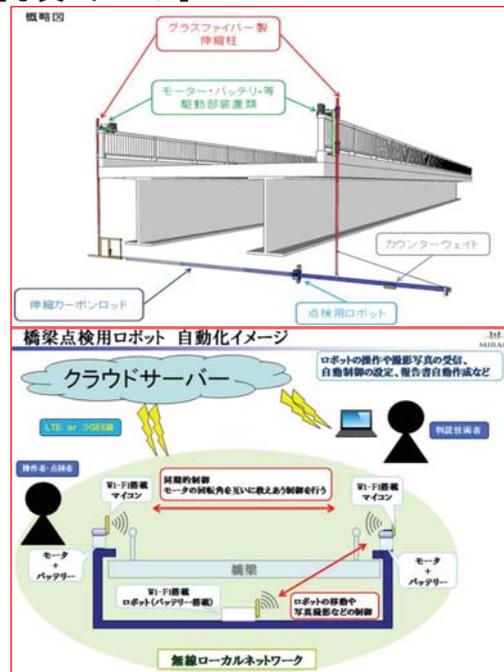
【概要】

全幅が10m程度の小規模橋梁を対象とし近接目視点検の支援を行う。
軽量のカーボン製ロケット上をカメラを搭載したロボットが移動し撮影した画像データをクラウドサーバーに送信・保存する。

【特徴】

- ・軽量で、**最小2名**で設置・撤収を含めた点検作業が可能。
- ・歩道もしくは路側帯の一部、最小のスペースで点検可能。
- ・橋上では高欄の一部のみを利用する為規制は設置時撤収時のみかつ**路側帯の一部のみ**となる。
- ・バッテリーを搭載、Wi-Fiと各種センサーを活用した自律制御が可能であり**自動で点検**ができる。
- ・クラウドサーバーにデータを送信・保存する為遠隔地で判読が可能で、高度な技術者が遠方にいても点検可能。
- ・足場等の大規模長期間の仮設が不要となる。

【写真・イメージ】



ワイヤー移動式汎用橋梁点検ロボット「ARANEUS」による目視点検支援システム

～ 橋梁目視点検支援システムの現場検証

【概要】

近年、橋梁の長寿命化のために点検・検査業務の効率化・省力化・経済性向上に貢献できる点検ロボットの開発が期待されている。橋梁の下には、河川だけではなく車道が存在しており、第三者被害を防止するためにも、ロボットの「落下」は許されない。そこで、本研究では、ワイヤー移動式の橋梁点検ロボットを提案する。本方式を適用することで大きなペイロードを確保し、高精度なセンサ・カメラを搭載することを可能にしている。

既に、平成27年9月12日に青森県八戸市の新井田橋において運用試験を実施し、本システムの有効性を確認している。

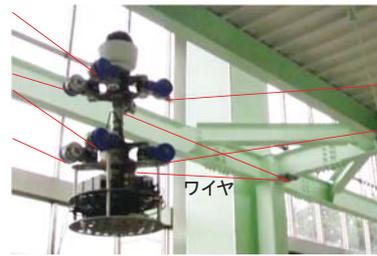
【特徴】

- 最低人数2名程度で検査業務の実施が可能
- 大ペイロードを活かし重いセンサ・カメラ(高精度)を搭載可能
- 8本のワイヤで橋梁に固定しているため、電源を喪失しても落下せず、フェイルセーフを確保
- ロボットアームを取り付けることによって打音・洗浄・簡易修繕等多様な検査業務に展開可能

～ 応募者: 八戸工業大学

共同開発者: 株式会社TTES, 株式会社長大

【写真・イメージ】



点検状況



7m程度離れた場所からの撮影画像



ARANEUS

問い合わせ先: 八戸工業大学 社会連携学術推進室

Tel: 0178-25-3111 (代表)

Mail: kohno@hi-tech.ac.jp

橋梁下面の近接目視支援用簡易装置「診れるんです」

～ 2名が普通車で現場に行き、少ない通行規制の下、容易に橋梁下面を診る技術の現場検証 ～

【概要】

床版下面(総幅員約13m以下)を対象に、複数台の各カメラのリアルタイム映像を確認しながら静止画像を同時取得し、点検支援を効率的に実行する。

最長12mの両端ヒンジ棒部材を高欄部より吊上げ、棒部材に固定した最大7台のカメラを用いて、橋軸直角方向のすべての床版下面を橋上のタブレットから点検・撮影・保存する。カメラのズーム、パンチルト操作、撮影はカメラ毎でも同時一括でも可能。

技術者が最低2名で普通乗用車に当該装置一式を積んで現場に向かうことで点検可能となる。

【特徴】

- 装置一式を普通車に積み込み可能(棒部材は2mごとに分解)
- 2名の技術者ですべての作業が可能(運搬・設置・点検・撤収)
- 棒部材は50cm刻みで長さ調整可能(あらゆる幅員に対応)
- 各カメラ位置は固定により、写真撮影位置は明確。タブレット内での保存フォルダの仕分けにより点検調査への取込み等も容易
- 床版下面の任意部位での近接目視支援(ズーム撮影)も可能
- 仕組が単純で不具合が少なく、取扱い・メンテナンスも容易

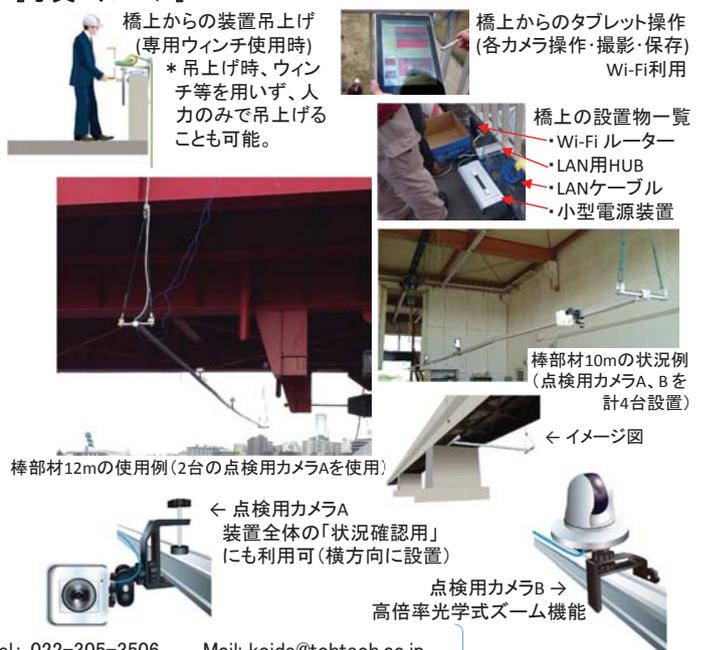
応募者: 小出英夫(東北工業大学工学部 都市マネジメント学科 教授)

共同開発者: 鳥海廣史(O・T・テクノロジー株式会社 代表取締役社長)

藤田豊己(東北工業大学工学部知能エレクトロニクス学科 教授)

山田真幸(東北工業大学工学部 都市マネジメント学科 准教授)

【写真・イメージ】



問い合わせ先: 東北工業大学工学部都市マネジメント学科 小出英夫

Tel: 022-305-3506

Mail: koide@tohtech.ac.jp

橋梁下面の近接目視支援用簡易装置「診れるんです」

- 2

《説明》

- * 棒部材の断面形状は約4cm四方の矩形中空断面に近く、アルミ製。
長さ2mが6本(最長12m)を基本とし、長さ50cm刻みの調整用に、長さ1.5m、1m、0.5mが各1本ずつ。
長さ50cm刻みにすることで、当該点検装置は総幅員に対して高欄側片側最大25cm以内の過不足になる。
この過不足により、当該装置を高欄より垂直方向に吊り上げることができなくなるが、(高欄高さ+桁高)等に比して25cmは小さく、棒部材に過大の圧縮・引張力は作用しない。(片側50cmの過不足でも、実際には問題なし)
- * 各棒部材は、断面中空部分に挿入する**接続部品(アルミ製)**を、装置下面(地表面側)のみをボルトで固定することでそれぞれ簡単に接続。
各**接続部品は予め曲げられており(写真右参照)**、棒部材を吊り上げた際、点検装置の両端(棒部材両端ヒンジ部)に対する相対的なたわみは小さい。
- * 本装置は複雑な機構を有しておらず、不具合そのものが発生しにくい。また、長さ2mの各棒部材や各接続部品はそれぞれすべて同一仕様であるため、一部に不具合があった場合でも交換対応が容易で経済的。
- * 棒部材両端はヒンジ構造としているため、吊上げ(下げ)はロープで可能であり、吊上げる高欄部では、ロープによる引張力のみが作用。
- * 棒部材には、約1kgのカメラを1m間隔で設置しても大丈夫。
- * 各カメラは橋上のLAN用HUBとLANケーブルで結ばれており、電力供給もLANケーブルを利用。
橋下のカメラへの各種指示(ズーム、パン・チルト、撮影)や、リアルタイム映像、静止画像のデータは、橋上の技術者のタブレットと橋上のWi-Fiルーター間は無線であるものの、**橋上のWi-Fiルーターと各カメラは電力供給を伴う有線にて接続されており非常に安定した使用が可能。カメラの電力消費の心配も無用。**



棒部材の接続部分の曲がり

橋梁下面の近接目視支援用簡易装置「診れるんです」

- 3

《説明》

- * 吊上げる質量は、棒部材の長さや設置カメラ台数によって異なるものの、概ね**15kg～30kg**。
人力のみでロープを引張り上げることで設置も可能であるが、片側で最大15kgあること、橋軸方向への点検位置移動に伴う装置移動を考慮し、**ウインチで引き上げ、ローラー機能を利用して高欄上を橋軸方向に移動可能な装置**の利用も可能。
- * 各カメラ位置は棒部材上で固定(通常は主桁直下以外の位置)なため、棒部材自体を主桁に接触する位置まで近づけることが可能。**接触により、棒部材の振動を抑制することも可能。**
接触等の様子は、点検用カメラとは別途設置する「状況確認用カメラ」(棒部材、点検用カメラ等の橋下の装置全体を常時撮影)にて、リアルタイムで橋上のタブレットで確認可能。
- * 点検時の橋上での主な設置物は以下である。
 - ・LANケーブル: 各カメラから1本ずつがLAN用HUBに接続
 - ・LAN用HUB: 各カメラ、Wi-FiルーターにLANケーブルで接続。各カメラにLANケーブルで電力供給。
 - ・Wi-Fiルーター: タブレットとの間でWi-Fi接続。
 - ・小型電源装置: LAN用HUBとWi-Fiルーターに電力供給。
- * **タブレットからは、カメラの操作(ズーム、パン、チルト、静止画撮影)が、個々のカメラごとに対しても、全カメラに一括同時でも、どちらでも指示可能。**
タブレット画面上には2台のカメラのリアルタイム画像が表示。表示するカメラはスクロールで切り替え可能。

(参考) 装置等開発に関わるこれまでの外部資金等 支援

H24～H27 復興大学事業 技術課題支援対象プロジェクト (代表者 小出英夫)

H25 公益財団法人みやぎ産業振興機構 プロジェクト創出研究会助成事業助成金交付 (申請者 O・T・テクノロジー(株))

H26 公益財団法人みやぎ産業振興機構 宮城・仙台富県チャレンジ応援基金事業助成金交付(産学連携型育成支援事業)

(申請者 O・T・テクノロジー(株))

H27 一般社団法人 東北地域づくり協会 技術開発支援金 (主に装置開発) (申請代表者 小出英夫)

H27(申請中) 公益財団法人みやぎ産業振興機構 宮城・仙台富県チャレンジ応援基金事業助成金交付(産学連携連携型育成支援事業)

(主にカメラシステムソフト開発) (申請者 O・T・テクノロジー(株))

橋梁等構造物の点検ロボットカメラ

～ 橋梁損傷の定量把握技術の現場検証 ～

[概要]

橋桁の下面や支承部など近接目視が困難な箇所に対して、ポールユニットを用いて視準可能な高さにカメラを据付け、点検、測定、映像記録採取を行う装置です。

カメラは、タブレット端末から無線通信により遠隔操作します。ポールユニットは、懸垂型と高所型があり、懸垂型は、高欄にポールユニット基部を設置して、下方(最大4.5m)に伸ばすことができます。高所型は地上に架台を設置して、上方(最大10.5m)にカメラを伸ばすことができます。

[特徴]

- 橋面から点検調査が可能、作業中の転落事故などの危険性を低減
- 点検時の交通規制を低減
- 光学倍率30倍、映像補正(コントラスト補正、霧除去)、手振れ補正により「見る」を強力にサポート
- ポールユニットは伸縮自在で容易に設置
- 指で操作するだけの簡単操作端末
- 動画を撮影しながら静止画撮影

[前回からの改良点]

- 懸垂型に橋軸直角方向水平ポールの増設
- 懸垂型を高欄上で滑らす構造にした。
- 広範囲を撮影したときの画像のつなぎ合わせ機能
- 画面上のL型スケールの表示。

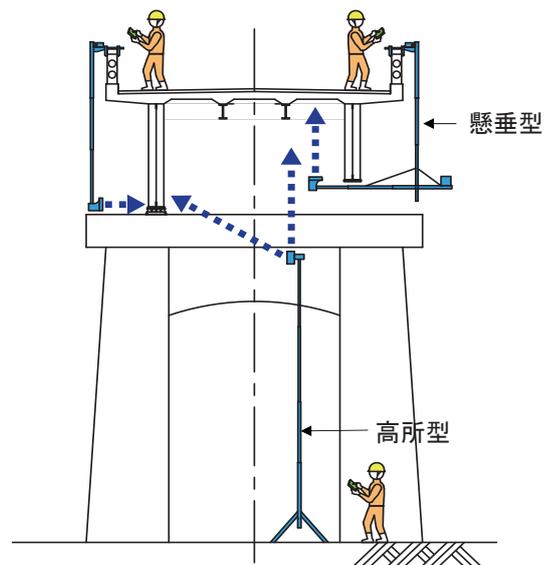
問い合わせ先: 三井住友建設(株)土木リニューアル推進室 Tel: 03-4582-3053 Mail: dobokutoiawase@smcon.co.jp

応募者: 三井住友建設株式会社
共同開発者: 株式会社 日立産業制御ソリューションズ



橋梁等構造物の点検ロボットカメラ

タブレット端末からカメラを遠隔操作

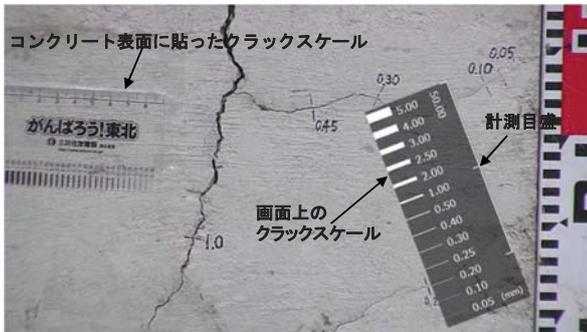


点検ロボットカメラを使用した点検状況

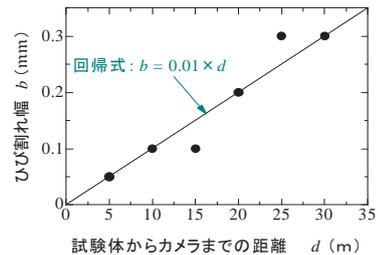
橋梁等構造物の点検ロボットカメラ

— 3

カメラから対象物までの距離を、カメラに搭載しているLRF (Laser Range Finder)により計測し、そのデータを基に対象物表面での寸法を認識し、操作端末画面にクラックスケールおよび計測目盛を表示します。これにより、ひび割れ幅や損傷の大きさの測定が行えます。



操作端末画面に表示されたクラックスケールおよび計測目盛



対象までの距離と視認可能なひび割れ幅の関係

カメラ視準方向に対象物表面が垂直でない場合にも対応するため、対称面の角度をLRFにより測定し、その角度に応じてクラックスケール表示を自動調整します。

音カメラ搭載橋梁点検用ロボットを活用した床版の浮き・剥離の検出

～ 指向性音カメラ搭載ロボットの現場検証 ～

応募者: 株式会社 熊谷組
共同開発者: (株)移動ロボット研究所・(株)応用技術試験所
東京エレクトロデバイス(株)・名古屋大学

[概要]

点検業務が困難な箇所については遠望目視となるため、高精度な点検を実施することが難しいなどの課題があった。

本研究開発では、音の発生箇所をビジュアル化する音カメラ装置と磁気式移動ロボットを組み合わせた点検ロボットを開発し、目視点検では把握困難な橋梁の異音を、環境の影響を受けない効率的な検知システムの開発を目指している。

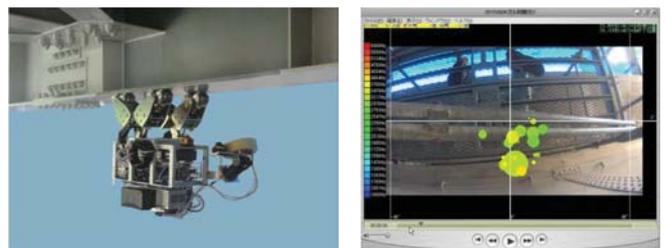
[特徴]

- 点検ロボットに搭載する音カメラに指向性機能を持たせ、橋梁背面の反射音を低減
- 指向性音カメラの高画質な動画ならびに音声データを同時に伝送可能
- コンクリート部材等を加振し、音響特性の相違から非健全部と健全部を診断
- 音カメラ画像と独立した高精細画像記録機能を付加し、静止状態で対象部位のひび割れ等を検出
- 点検者が、橋梁点検箇所から離れた位置で安全確実にリアルタイムな診断が可能

[写真・イメージ]



指向性音カメラ搭載移動ロボットの外觀イメージ



名古屋大実験施設 (N2U-BRIDGE) での走行実験と指向性音カメラによる計測結果

赤外線調査トータルサポートシステム Jシステム

～ 赤外線調査支援システムの現場検証 ～ 応募者：西日本高速道路エンジニアリング四国株式会社

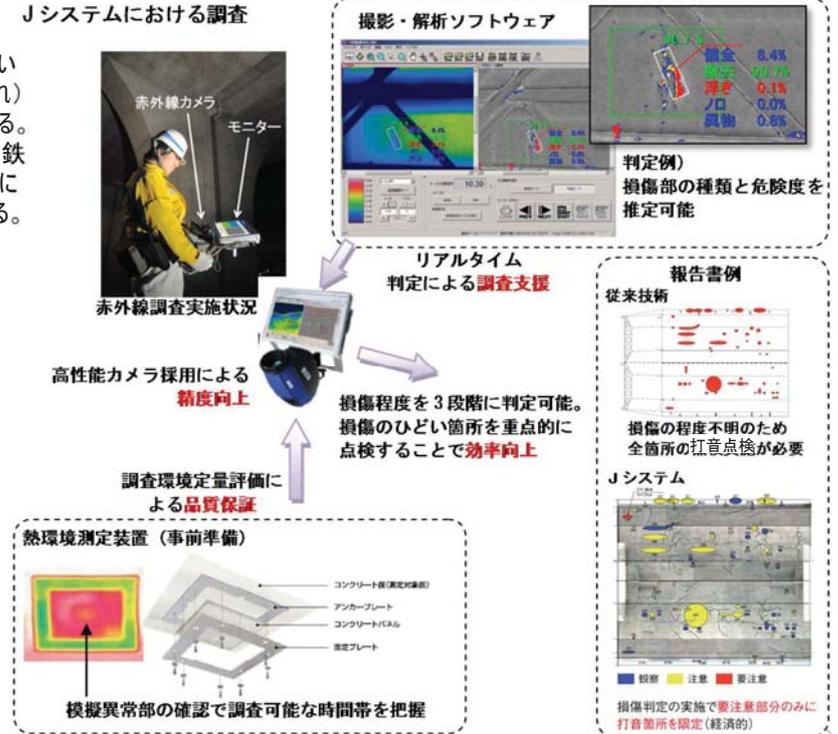
【概要】

橋梁等のコンクリート構造物において、鉄筋腐食に伴い発生するはく離や浮き(コンクリート内部のはく離ひび割れ)を、遠望非接触にて赤外線法により検出する技術である。鉄筋の腐食に伴い発生するコンクリート表面に平行な鉄筋に沿ったはく離ひび割れや、それに連続する斜め方向に進展して表面に達するひび割れを検出できる技術である。

【特徴】

- ▶ 遠望非接触にて、はく離、浮きなどの**コンクリート内部の損傷を検出**。
- ▶ 高精度赤外線カメラを用いることにより、既存技術と比較して、**調査精度、調査効率が向上**。
- ▶ 熱環境測定装置EM(S)を用いることにより、**安定した調査品質を確保**。
- ▶ リアルタイムで熱画像の画像解析を行うことにより、損傷状態と危険度を定量的に推定可能。**判定の個人差を排除し、損傷部の見逃しを防止**。
- ▶ 損傷程度の3段階分類により、**打音点検による確認箇所を絞り込む**。

Jシステムにおける調査



問い合わせ先：西日本高速道路エンジニアリング四国(株) 土木技術課 林 Tel:087-834-2419

Mail:shogo.hayashi@w-e-shikoku.co.jp

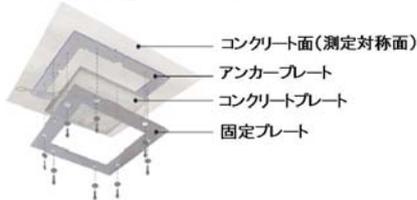
赤外線調査トータルサポートシステム Jシステム

— 2

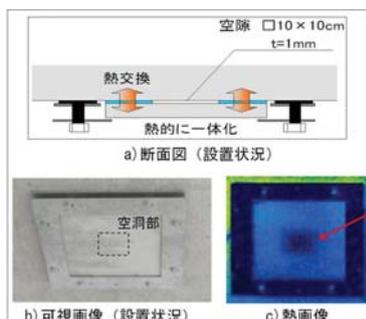
【熱環境測定装置 EM(S)】

赤外線調査は、外気温の変化や日射の影響などにより構造物のコンクリート表面温度と外気温に温度差が発生した場合のみ調査が可能となる。本技術ではEM(S)により、調査環境が適した状態であるか、調査前に確認して実施している。

熱環境測定装置 EM(S)の構造

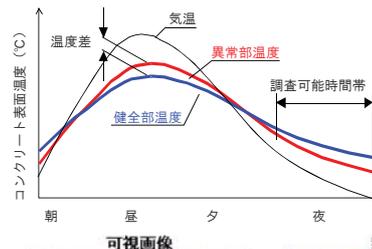


EM(S)による熱環境把握メカニズム



異常部の見え方で熱環境がわかる

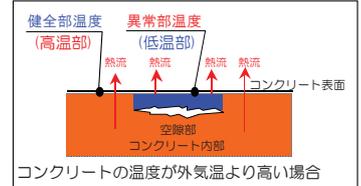
調査可能時間帯の一例



可視画像

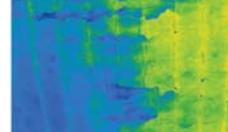


調査可能時間帯(夜間)



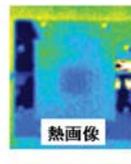
異常部が周辺より低温となるため検出可能となる。

熱画像

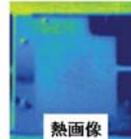


可視画像では見えない内部のはく離も、適切な時間帯に調査を行えば、熱画像で損傷を確認可能。

EM(S)による調査前の判断例



中央の空洞部が見える → 調査OK



空洞部が見えない → 調査NG

赤外線調査トータルサポートシステム Jシステム

[高性能赤外線カメラの導入]

市場には様々な赤外線カメラがあるが、価格、性能とも多種多様である。従来の赤外線調査では、非冷却汎用型(素子: μボロメーター)カメラを用いるのが一般的であったが、冷却型高性能カメラを導入することで、精度と効率が大幅に向上している。

- ▶ 感度が高く、ノイズが少ないため損傷の検出精度に優れる。
- ▶ 環境の熱反射の影響を受けづらく誤検出を低減。
- ▶ 感度が高いので、赤外線調査を行える時間が長い。

カメラによる天空反射の影響の違い

橋脚側面の測定 測定距離 約10m 同一アングルで撮影

可視画像	非冷却汎用カメラ(A)	冷却型高性能カメラ(B)	冷却型高性能カメラ(C)
検出波長域	長波長域8~14μm	中波長域8~9μm	短波長域3~5μm
温度差(A-B)	約2℃	約1℃	約0.2℃

短波長の冷却型高性能カメラは、天空の反射(環境の熱反射)の影響を受けない。非冷却汎用型カメラは、波長域が長波長のため、反射の影響が大きい。

カメラによる損傷検出精度の違い

最小検出温度(NETD)の違いによる熱画像 (日較差=10℃:24時撮影)

	熱画像
非冷却汎用カメラ 最小検出温度(NETD): 0.05℃ 素子: μボロメーター 640×480(30.7万画素)	
冷却型高性能カメラ 最小検出温度(NETD): 0.025℃ 素子: QWIP, InSb 640×512(33万画素)	

非冷却汎用カメラは、ノイズが多く、かぶり4cmの損傷を検出できない。

カメラによる調査可能時間および調査可能日数の違い

撮影可能なCo表面温度の比較

日較差の定義

カメラ性能	日較差 7℃	日較差 10℃
冷却型高性能カメラ 検出可能温度差0.1℃以上	4.3時間	9.6時間
非冷却汎用カメラ 検出可能温度差0.2℃以上	0.0時間	4.0時間
瀬戸内気候での出現日数(高松)	250日/年(70%)	105日/年(29%)

短波長の冷却型高性能カメラは、感度が高いため、小さい温度変化を検出可能。よって、環境条件が多少悪くとも調査が出来るので、調査可能時間が長く調査日数も多い。

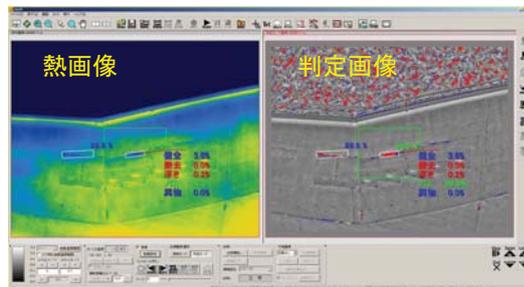
赤外線調査トータルサポートシステム Jシステム

[熱画像解析支援ソフト Jモニター、Jソフト]

従来の赤外線調査では、調査員の経験に頼りに熱画像だけを見て損傷箇所の検出を行っていた。熱画像解析支援ソフト Jモニター、Jソフトでは、リアルタイムに熱画像を解析することにより、損傷を強調表示し、損傷程度や損傷分類を自動推定する。

これにより、従来技術で問題となっていた調査員の熟練度による損傷箇所の見逃しや、判定における個人差の発生を防いでいる。また損傷程度を3段階分類するので、打音点検箇所を大幅に絞り込み、点検全体の効率が向上する。

Jモニターの操作画面の一例



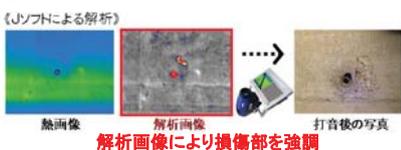
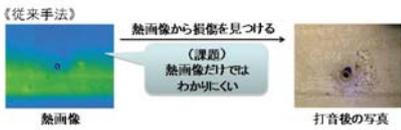
従来の熱画像を左画面に表示して全体的な温度分布を直感的に把握可能。

右画面に判定結果をリアルタイムに表示して、損傷箇所の見逃しを防止。損傷程度を瞬時に把握可能。

判定結果と応急処置の一例

報告書の一部

従来の赤外線調査結果との比較



EM(S)による損傷深さと判定結果の精度確認

EM(S)による損傷深さと判定結果の精度確認

可視画像: EM(S)装置

深さ1cm 深さ2cm 深さ3cm

三段階表示(Jソフト)

- 表面から1cmまでの空洞を赤色
- 表面から2cmまでの空洞を黄色
- 表面から3~4cmまでの空洞を青色

インフラ診断ロボットシステム(ALP)の研究開発

～ コンクリート製橋脚・橋台の現場検証 ～

応募者：株式会社開発設計コンサルタント
共同開発者：学校法人法政大学・国立大学法人岡山大学
ステラ技研株式会社

【概要】

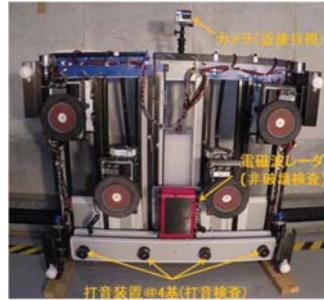
ALPは、コンクリート壁面に真空吸着しながら縦・横方向に自走して、高所等難条件下でのインフラ維持管理のための点検を支援するロボットシステムである。

搭載する計測機器とソフトウェアによる解析により、近接目視・打音検査・非破壊検査とその評価が可能である。検査データは、位置座標を含め客観的定量データであり、熟練技術者でなくとも現地で容易に評価ができるものとなる。

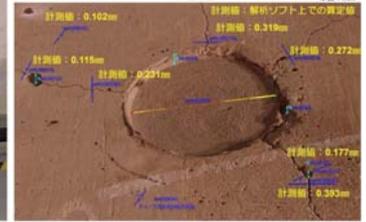
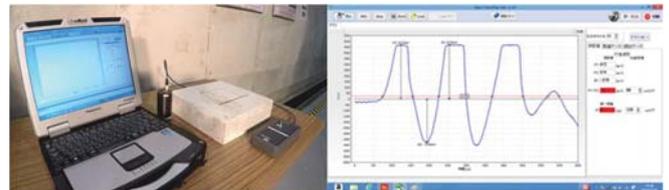
【特徴】

- 高精細デジタルカメラを用いたひび割れ抽出および打音装置を用いたときの自動判定により、「橋梁定期点検要領」における橋脚・橋台の点検項目について点検調書の作成支援が行える。
- 5～10mm程度の凹凸や表層劣化が生じているコンクリート面でも走行可能であり、約0.2m/分で移動しながら点検することができる。
- 真空度センサー等の吸着確認安全装置ならびに横移動による障害物回避行動が可能である。

【写真・イメージ】



ALP概要図

高精細デジタルカメラと
コンクリート壁面(3Dモデル)

打音装置と反射音評価システム

問い合わせ先:株式会社開発設計コンサルタント 設備保全技術開発センター Tel:0467-85-0816 Mail :nojima@jpde.co.jp